第17卷 第2期
1974年5月

昆虫学报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 17, No. 2
May, 1974

应用不育技术消灭三化螟的初步试验报告*

广东农林学院植保系 昆虫学教研组
植物化学保护教研组

三化螟是我国水稻最大的害虫,解放后在毛主席的无产阶级革命路线指引下,在“**农业学大寨**”运动的推动下,各级领导依靠群众,大搞群众运动,对三化螟的防治取得显著的成绩。近年来推广应用高效低毒低残毒杀虫剂如乐果、杀螟松、杀虫脒等以及应用杀螟杆菌混合化学农药,在化学防治和生物防治方面都取得很大进展。但三化螟属于钻蛀性害虫,幼虫期在外面暴露时间短,发生面积大,每年世代数多,防治不易彻底。作为长远科研规划之一,我们从1972年开始,进行了三化螟幼虫、蛹及成虫钴^{60}辐射不育的试验,及利用噻替派(硫代三乙烯磷胺)接触三化螟成虫引起不育的试验。一年多来试验工作已获得初步的结果,为今后在生产实践上应用不育技术消灭三化螟提供一些重要的科学根据。今报道如下。

一、钴^{60}辐射对三化螟不育的试验

本试验分实验室试验及室外大笼试验两项进行。

(一)实验室试验

1. *材料* 第一次试验在三化螟第二代,从1972年6月下旬开始进行。从广东农林学院农场采集水稻白穗,用小刀从羽化孔剖开,检查蛹的级别(根据上海人民出版社在1971年出版的《植保员手册》中《水稻病虫害的防治》的彩图把蛹分级,定出1—4级蛹为前期蛹,5—7级为后期蛹)。一般的分别,复眼未乌黑前为前期蛹,复眼完全乌黑为后期蛹。第二次试验在三化螟第三代,从1972年8月中开始,从农场采集枯心苗(内有3—4龄的幼虫)移至网室饲养,在9月初化蛹,选出后期蛹,进行辐射处理。第三次试验在三化螟越冬代,从1973年1月下旬开始进行,供试的三化螟幼虫是从广东南海及乐昌县采回的稻根中取得,在3月开始化蛹,选出后期蛹作辐射试验。

2. *方法* 辐射能源是广东农林学院水井式开放钴源室,辐射强度为540克雷当量,照射时虫体离钴源20厘米,剂量率为155.1γ/分。处理前将有蛹或幼虫的稻茎剪成长约10厘米的短条,盛在半圆形的木盆内,然后带盆进行辐射处理,这样所有的稻茎可以受到均匀的照射。照射后将每条带有幼虫或蛹的稻茎分别放入一大试管内,试管内放入湿润的棉花,以保持一定的湿度。每天观察蛹羽化情况,并把当天羽化的蛾子,分别雌雄,与正常

* 在试验中得到上海昆虫研究所,上海医药工业研究院,广东清远县科技局、农业局、农科所,乐昌县农业局及南海县大沥公社农科站的大力支持和协作。

雌雄配对，放在盆栽的秧苗上，罩上小纱笼，逐天记录蛾的产卵及生活情况。雌蛾所产卵块在孵化前 2—3 天剪下，放入小试管内，调查卵的孵化率，待卵完全孵化(一般是产卵后 10 天)记录孵出的幼虫数，然后把卵块取出，用 20% 氢氧化钠溶液煮 1—2 分钟，检查卵块不孵的卵数及胚胎的发育情况，雌蛾死后，即取出检查生殖器交配囊的精包数（精包数的多少指明交配次数的多少）最后统计交配率。

3. 试验结果

(1) 不同虫态对辐射敏感度的比较

我们曾分别用 1 万、1.5 万、1.65 万、2 万、2.5 万、3 万、3.45 万及 4 万伦照射三化螟非越冬老熟幼虫、越冬幼虫、预蛹、前期蛹、后期蛹及成虫，根据辐射处理后幼虫化蛹及蛹羽化为成虫的反应，从表 1 及表 3 可以看出幼虫对辐射最敏感。

表 1　不同辐射剂量对第二代三化螟前期蛹、后期蛹及越冬代后期蛹羽化率的影响

世代	第二代三化螟							越冬代三化螟		
剂量	3.45 万伦		1.65 万伦				对照	3 万伦	2 万伦	对照
处理虫态	后蛹	前蛹	前蛹	前后蛹混合	预蛹	老熟幼虫		后蛹	后蛹	
处理蛹(虫)总数	110	113	103	144	23	18	626	171	125	506
羽化蛹数	85	50	52	86	2	0	511	77	59	288
不羽化蛹数：变成虫、未羽化出来	13	10		23	9	3		94	66	213
不羽化蛹数：正常蛹	6	27		15			115			
不羽化蛹数：烧黑蛹	6	26		20	12	4				
不羽化蛹数：活幼虫*						11				
羽化率(%)	77.3	44.2	50.5	59.7	8.7	0	80	45	47.4	56.9

* 6 月 30 日处理老熟幼虫，7 月 13 日检查，幼虫不能正常化蛹，也不死亡。

第二代老熟幼虫用 1.65 万伦照射后，60% 的幼虫不能化蛹，小部分化蛹的亦不能羽化为成虫。越冬代幼虫一批在 1 月下旬用 2 万伦及 3 万伦处理，放在 25℃ 恒温饲养，全部不化蛹，有个别幼虫直至 4 月中旬仍保持活幼虫状态。另一批在 2 月中旬用 1 万伦及 1.5 万伦照射，照射后在室温下饲养，大部分不能化蛹，个别能化蛹的也不能正常羽化，我们分别抽查了 10 头处理的及正常的（对照）幼虫的生殖器，发现处理的幼虫睾丸及卵巢等都显著缩小，但咽侧体则比对照增大（2 万伦处理过的幼虫的咽侧体平均为 0.048 × 0.054 毫米，对照为 0.040 × 0.043 毫米)。保幼激素是由咽侧体分泌的，由于咽侧体增大了可能继续分泌保幼激素或保幼激素比较多，由此而引致幼虫期延长或不能化蛹。

预蛹对辐射也比较敏感，用 1.65 万伦处理，羽化率仅 8.7%，前期蛹对辐射的抗性显然比后期蛹低，3.45 万伦的剂量对后期蛹的羽化没有显著的影响，羽化率为 77.3%，而对照为 80%。越冬代后期蛹用 2 万、3 万伦处理，对成虫羽化影响不大(表 1)。3 万伦处理的羽化率为 45%，2 万伦为 47.4%，而对照为 56.9%。羽化率偏低可能与观察过程中多次剥虫检查以致部分虫体受伤有关。

(2) 不同剂量处理对三化螟成虫、前蛹及后蛹生殖力的影响

1972 年 6 月我们取第二代三化螟蛹作试验，初步结果表明：用 2.47 万伦、3.45 万伦处理后期蛹，羽化出来的雌雄蛾均能正常交尾产卵，但卵全部不能孵化，达到辐射不育的要求。用较低的剂量（2 万伦）处理后期蛹雌雄正常交尾产卵，但产下的卵孵化率达 24—39％，未能达到不育的要求。我们也曾用 4 万伦照射雌雄成虫，处理后分别与正常成虫配对，结果都能交配产卵，卵全部不孵化。由于第二代试验我们所得的配对数不多，因此，在第三代继续进行试验，试验结果见表2。用 2.5 万、3 万及 4 万伦处理后期蛹，羽化出来的蛾都能正常交尾产卵，但卵的孵化率很低，三种辐射剂量所引致的不育率相差不大，卵的孵化率 4.3—9％（对照为63％）。雌蛹对辐射的反应比雄蛹敏感，用上述剂量照射的雌蛹羽化出来的蛾与正常雄蛾交尾所产的卵全部不孵化。

表 2　不同辐射剂量处理第三代三化螟后期蛹对生殖力的影响

剂量		4万伦		3万伦		2.5万伦		4万伦	对照
处理性别		处理♂×正常♀	处理♀×正常♂	处理♂×正常♀	处理♀×正常♂	处理♂×正常♀	处理♀×正常♂	处理♂×黑光灯采♀	1♀×1♂
配对数		15	8	17	9	14	16	10	22
精包数	1	8	5	8	4	7	12	3	13
	2	7	3	7	5	6	3	3	9
	3	0	0	2	0	1	1	4	0
产卵粒数		1704	758	2270	765	1141	1624	720	2995
孵化卵粒数		74	0	202	0	103	0	210	1894
不孵化卵粒数	前期卵	366	624	753	671	179	1138	40	171
	中期卵	438	66	284	23	301	213	319	330
	后期卵	805	0	930	23	501	0	123	548
	不受精卵	21	63	101	48	58	273	14	52
孵化率(%)		4.3	0	8.9	0	9	0	29.2	63
校正孵化率(%)		6.8	0	14.2	0	14.3	0	46.3	100
每雌产卵数(粒)		113.6	77.5	133.5	74.5	81.5	101.3	72	136.1

为了探索释放处理雄虫到田间后对于压低三化螟原来种群的可能性，我们在第三代采集飞至田间黑光灯的雌蛾与用 4 万伦处理过的雄蛾配对，结果产的卵只有 29.2％孵化，达到部分不育的要求。1973 年春我们曾检查黑光灯诱来雌蛾的交配率已达 70—80％、因此这样配对要达到完全不育看来是比较困难的。

三化螟越冬幼虫及蛹历期比较长，脂肪丰富，生理状态和其他各世代不同。从表 3 可见用 2 万伦及 3 万伦照射越冬代后期蛹，处理雌虫可以达到完全不育，但处理雄虫时，所产的卵 3 万伦的孵化率达 23.9％，2 万伦的孵化率达 62.9％，未能达到不育的要求。第三代的试验已证明雌蛹对于辐射的反应比雄蛹敏感，但在越冬代这种差别更为突出，这可能由于越冬代的雌雄蛹的生理状态有所不同。

（3）不同辐射剂量处理后期蛹对成虫交配率及寿命的影响

表 3　不同辐射剂量对越冬三化螟幼虫及蛹的影响

虫态	越冬蛹（后期蛹）					越冬幼虫(室温)			越冬幼虫(恒温25℃)		
剂量	2 万伦		3 万伦		对照	1 万伦	1.5万伦	对照	2 万伦	3 万伦	对照
处理性别	处理♂×正常♀	处理♀×正常♂	处理♂×正常♀	处理♀×正常♂	1♀×1♂			1♀×1♂			1♀×1♂
配对数	8	10	16	14	28	5月12日存活幼虫2头(处理幼虫152头)化蛹率5.9%	5月12日存活幼虫9头(处理幼虫248头)全不能化蛹	18	完全不能化蛹	完全不能化蛹	27
精包数 1	7	6	13	12	13			12			19
精包数 2	1	4	3	2	15			6			6
精包数 3	0	0	0	0	0			0			2
产卵数(块)	1,119 (26)	718 (27)	1,971 (47)	1,298 (56)	2,091 (91)			2,021 (50)			2,041 (56)
每雌产卵数(粒)	139.9	71.8	123.2	92.7	74.7			112.3			75.6
孵化卵粒数	333	0	223	0	988			1,644			1,090
不孵化卵粒数 前期卵	159	494	388	485	172			62			57
不孵化卵粒数 中期卵	253	201	486	556	341			193			87
不孵化卵粒数 后期卵	362	10	741	32	439			66			498
不孵化卵粒数 不受精卵	12	13	133	225	151			56			309
孵化率(%)	29.7	0	11.3	0	47.2			81.4			53.5
校正孵化率(%)	62.9	0	23.9	0	100						

第三代的试验表明，用 2.5 万伦辐射处理后期蛹，对羽化出来的蛾的交配活动没有什么不良影响，用 3 万伦及 4 万伦处理对雄蛹没有什么影响，但对雌蛹处理后则成虫交配率显著下降，4 万伦的更为突出，22 个雌蛾，只有 8 个进行交配，交配率 36.4%（见表 4）。因此，作为不育处理对雌蛹来说 4 万伦的剂量是过高的。越冬代后期蛹用 2 万及 3 万伦处理对羽化出来的蛾交配率比对照稍为降低，但雌雄的反应相差不大。

表 4　不同辐射剂量处理后期蛹对成虫交配率的影响

处理日期	1972 年 9 月								1973 年 3 月				
剂量	4 万伦		3 万伦		2.5 万伦			对照	3 万伦		2 万伦		对照
性别	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♀♂*		♂	♀	♂	♀	
解剖雌虫数	26	22	24	18	19	20	10	33	33	27	20	29	37
交配虫数	16	8	17	9	15	16	4	22	18	17	10	13	29
未交配虫数	10	14	7	9	4	4	6	11	15	10	10	15	8
交配百分率(%)	61.2	36.4	70.9	50.0	78.4	80.0	40.0	66.7	54.5	63	50.0	44.8	75.7

* 雌虫雄虫均辐射处理。

根据第三代及越冬代的观察，以 2.5 至 3 万伦的辐射剂量处理后期蛹对成虫的寿命影响不大，第三代一般雌蛾寿命 5—7 天，雄蛾 5—6 天。在第三代用 4 万伦处理对成虫寿命也无不良影响。

根据上述三次试验结果，可得出初步的结论：

(i) 三化螟老熟幼虫对于丙种射线比蛹及成虫敏感，用 1 万伦处理幼虫期显著延长，大部分不能化蛹。鉴于越冬幼虫栖息于稻头，发动群众可以大量收采作为辐射后在田间释放虫源之一，我们认为今后可降低辐射剂量(在万伦以下)再作试验，使幼虫既能化蛹羽化，又能引致不育。同时要注意区别五龄幼虫在不同的历期分批处理，因为同是五龄幼虫在初期的对辐射的反应可能和接近化蛹的后期不同。最近 Ashrafi 等(1972)报道印度粉蛾幼虫用较低辐射剂量处理，可产生部分不育，也可遗传至后代，对降低害虫种群密度会起一定作用。他们认为幼虫在五龄第 12 天对辐射所引起的不育效果最为敏感。

预蛹及前蛹期对辐射的反应比后期蛹敏感，4 万伦的剂量对后期蛹的羽化没有显著的影响，看来后期蛹是辐射处理的适宜虫态。

(ii) 用 3—4 万伦的剂量处理第二代或第三代的后期蛹(雌或雄)，羽化出来的蛾与正常的虫交尾所产的卵基本上不能孵化，可以达到不育的技术要求。但越冬代的雄蛹(后期蛹)用 3 万伦处理，卵的孵化率达 23.9%，要达到不育的要求，还要提高辐射的剂量。

(iii) 三化螟被丙种射线处理后对它的交尾及寿命有无影响，是应用不育技术一个很重要的问题。初步试验结果表明 3 万伦的辐射剂量对成虫的交尾活动及寿命影响不大，但这方面今后还要在田间条件下继续调查观察。

(iv) 从辐射处理后产卵的孵化率及交配率两个指标来看，三化螟的雌虫对丙种射线的反应比雄虫敏感。在越冬代的后期蛹，这种雌雄的差别更为显著。此外经过多次观察，我们发现经过辐射处理的雌虫与正常的雄虫交配所产的不孵化的卵胚胎发育大多数在前期，而处理的雄虫与正常的雌虫交配所产的不孵化的卵胚胎发育大多数在后期，这也是雌雄对辐射反应差异的地方。

雌蛹经辐射处理后羽化，能交尾并产卵，但产卵量一般显著减少，并且完全不能孵化。从这点看，为了消灭三化螟，可以大量释放经辐射处理过的雌虫及雄虫，因此不育技术不仅是雄性不育而已。

(二) 大笼试验

为了进一步调查清楚辐射处理的三化螟蛾对自然界螟蛾的交配竞争能力，以确定三化螟辐射不育在生产实践中的应用价值，我们在 1973 年 6 月取第二代三化螟蛾进行一次大笼配对释放试验，其试验方法及结果如下。

1. *试验方法*

(1) 辐射剂量　参照过去三次室内试验结果，我们认为采用 3.5 万伦处理三化螟后期蛹较为适宜。

(2) 释放方法

罩笼：将预制好的铁纱大虫笼放在室外空旷地上，大虫笼高 95 厘米，宽 1 米，长 2 米，外罩绿色铁窗纱，笼内 2 平方米面积，内放满盆栽水稻 12—24 盆，水稻处于分蘖期。罩笼的一面开一 20 厘米小门，便于释放三化螟蛾入笼内。另外设一小虫笼，高 70 厘米，宽 50 厘米，长 50 厘米，外罩铜纱，笼内放盆栽水稻 2 盆。

放虫：为了防止羽化出来的三化螟蛾入笼前先交配，将处理过的和未处理过的三化

螟后期蛹用大试管分装，每管放一头蛹。待螟蛾羽化后，取同天羽化辐射处理过的螟蛾按比例与正常三化螟蛾配对放入笼内让其交配产卵。经6天后将稻叶上卵块全部剪下，分别放入小指头瓶内，每瓶放一块卵，观察卵粒孵化情况。

释放比例：设两处理。第一个处理按处理蛾与正常蛾比例为5:1释放，每个大虫笼放处理♀♂蛾60对，正常♀♂蛾12对，共放入螟蛾144头。第二处理按处理蛾与正常蛾比例为10:1释放，每个大虫笼放处理♀♂蛾60对，正常♀♂蛾6对，共放入螟蛾132头。每个处理重复两次。对照设大虫笼小虫笼各一个，大虫笼放正常♀♂蛾60对，小虫笼放正常♀♂蛾10对。

2. 试验结果

(1) 从表5可以看到，释放不育三化螟蛾与正常螟蛾配对比例为5:1时，所产的卵孵化率为0.2%—5.7%，若配对比例为10:1时，其卵孵化率为0—3.9%。对照大虫笼卵孵化率为81.6%，是正常状态，但对照小虫笼卵粒孵化仅55.2%，这可能由于虫笼狭窄影响到螟蛾产卵不够正常。试验结果表明用3.5万伦处理的三化螟蛾对正常螟蛾的交配是具有相当的竞争能力的，配对比例无论5:1或10:1都能竞争胜利，因而可以控制三化螟虫口密度。但罩笼与大田自然状态还有很大的距离，应进一步在田间进行释放试验，再确定效果。

表5 辐射不育三化螟罩笼释放试验（辐射处理剂量：3.5万伦）

配对比例	处理♀♂ 60对 正常♂♀ 12对 (5:1)		处理♀♂ 60对 正常♂♀ 6对 (10:1)		对照	
重复编号	I	II	I	II	大笼 (60对♀♂)	小笼 (10对♀♂)
赤眼蜂数	1,898	1,111	1,657	539	566	173
黑卵蜂数	303	173	138	76	91	0
调查卵(块)粒数	2,844(56)	943(35)	2,544(67)	814(31)	588(39)	394(6)
孵化卵粒数	162	2	99	0	480	212
不孵化卵粒数	2,682	941	2,445	814	108	172
孵化率(%)	5.7	0.2	3.9	0	81.6	55.2

(2) 两处理重复之间卵粒孵化率差异比较显著，原因是两处理第一重复笼中所产的卵块虽然绝大部分不孵化，但其中有一卵块全部孵出幼虫，因此在第一重复卵孵化率偏高。我们认为产生这样的情况可能有两个原因，其一是个别雌虫对辐射反应不敏感，经3.5万伦处理后所产生的卵仍孵出幼虫；另外也可能在释放正常蛾入笼后一对正常蛾碰到一起马上交配产卵所致。

本次试验在第二代三化螟蛾期进行，此时正是三化螟卵寄生蜂（赤眼蜂、黑卵蜂）最活跃的时候，试验笼内所产螟卵卵块寄生率达70%以上，虽然排除寄生蜂影响因素后，可以看出试验的明显效果，但由于卵块寄生率较高，调查数据是受一定影响的。

二、应用化学不育剂的试验

我们在 1971 年春开始探索应用化学不育剂消灭三化螟的可能性，到目前为止共进行五次试验。供试的不育剂有噻替派（Thio-tepa），六磷胺（Hempa），氟脲嘧啶（5-Fluorouracil）及人工合成的保幼激素。最初三次的试验主要测定不育剂与幼虫及蛹接触所引起的不育效应，结果发现在几种不育剂中，以噻替派的效果比较显著。用噻替派处理老熟幼虫（点滴法），虽然羽化出来的成虫所产的卵孵化率比较低，但被处理的幼虫死亡率很高，在实际上难于应用。用 1:200 噻替派处理蛹（点滴法），引起的不育有一定的效果，但距离生产实际应用的要求还远。近年国外应用替派（Tepa）药膜与银纹夜蛾接触获得显著不育效果（Henneberry, 1971）。我们参考此法，研究了噻替派药膜与三化螟成虫接触所产生的不育效应。

成虫接触不育试验在1973年越冬代、第二代及第三代进行，分为实验室内及田间大笼试验两项。

（一）实验室试验

1. *材料*　越冬代试验的虫源采自 1972 年南海县稻头越冬幼虫，第二代试验的虫源采自翁源县枯心内的第一代老熟幼虫，第三代试验采自本校农场水稻白穗内的老熟幼虫及蛹。

噻替派是上海第十三制药厂生产的。越冬代及第二代试验都用噻替派注射用的剂型，溶于聚乙二醇内，每毫升溶液含有噻替派 10 毫克。聚乙二醇难于挥发，应用这种剂型很难得到较高接触的药量。第三代试验（包括田间大笼试验）所用的噻替派是白色结晶，含量 98%，1973 年 6 月 19 日合成，不用时放入冰箱贮藏，以防分解。

2. *方法*　越冬代成虫药膜接触的试验方法是以噻替派溶于少量丙酮，然后滴于滤纸筒上，待丙酮挥发后，将未交配过的雄蛾放入滤纸筒内，分别接触半小时及 6 小时，接触后将雄蛾与未交配过的正常雌蛾配对，分别将每对成虫放入栽有水稻的小养虫笼内进行观察。滤纸筒的面积共6,600毫米^2，共用噻替派30毫克，按滤纸筒面积折算每毫米^{2}含有噻替派 4.54 微克。为了测定噻替派在滤纸筒上的残效期，隔 21 天后，将未交配过的雄蛾放入原滤纸筒内接触 6 小时，然后与正常雌虫配对，并进行观察。

第二代药膜接触试验方法与越冬代基本相同，用15毫升（含有噻替派 15 毫克）均匀滴于滤纸筒上，滤纸筒面积为 4020 毫米^2，折算每毫米^{2}含有噻替派 3.73 微克。成虫与药接触时间为 1 小时及 3 小时。

第三代药膜接触的室内试验方法和上述的不同。用塑料纱制成的小笼（口径 30 毫米，高 78 毫米）。将噻替派结晶溶于正己醇内，再与预先加温（40—50℃）使溶解的羊毛脂均匀混合，然后用小毛笔涂药于塑料纱小笼的内壁上，塑料笼的面积为 7,176.54 毫米^2。噻替派使用浓度共有两种：

（1）16% 噻替派[1]配剂含有噻替派结晶 160 毫克，正己醇 0.22 毫升，羊毛脂 620 毫

1）噻替派的浓度均未按原来结晶含 98% 计算，即把 98% 的作为 100% 计算。

克。折算百分比为：噻替派 16%，正已醇 22%，羊毛脂 62%。按塑料纱笼面积折算每毫米² 含有噻替派 20.9 微克。

（2）11.6% 噻替派配剂含有噻替派 11.6%，正已醇 16%，羊毛脂 72.4%。按塑料纱笼面积折算每毫米² 含有噻替派 16.2 微克。

将未交配过的雄蛾或雌蛾放入已涂药的塑料纱笼内，接触不同的时间（1 分钟、2 分钟、5 分钟、10 分钟、½ 小时，1 小时），然后分别与正常雌蛾或雄蛾配对，逐日观察。

关于产卵及卵孵化率的检查以及雌虫交配情况的检查与辐射不育试验所采用的方法相同。为了和噻替派比较，我们同时进行了六磷胺药膜接触试验（六磷胺系杭州红卫化工厂出品）。

3. 试验结果　越冬代药膜接触试验结果详见表 6。这次试验结果表明噻替派药膜与雄蛾长时间接触（6 小时），可以引起显著的不育，卵的校正孵化率仅达 0.54%，产下 42 个卵块中，只有一个大卵块孵出 3 头幼虫。这样的不育效果比用钴⁶⁰ 3 万伦照射后期蛹所得到的还好。但雄蛾接触药膜半小时，效果较差，校正卵孵化率为 59.1%。在室内条件下，噻替派经 21 天后与雄蛾接触 6 小时，孵化率达 36.6%，说明仍有一定的残效。此外，噻替派药膜无论是接触半小时或 6 小时，对雄蛾交配及寿命均无不良影响（表 6）。

第二代药膜接触试验结果详见表 7。试验结果表明成虫接触药膜的浓度虽然比越冬

表 6　噻替派药膜对越冬三化螟雄蛾生殖能力的影响*

处理日期	处理方法	处理性别	处理对数	交配对数	产卵块数			产卵总粒数	孵化卵粒数	不孵化卵粒数			孵化率(%)	校正孵化率(%)
					大卵块	小卵块	合计			可见胚卵	不发育卵	合计		
3月21—24日	雄蛾接触药膜半小时	处理♂×正常♀	18	11	23	17	40	1032	329	551	152	703	31.9	59.1
	雄蛾接触药膜 6 小时	处理♂×正常♀	17	13	22	20	42	1017	3**	844	170	1014	0.29	0.54
	对照	正常♂×正常♀	20	10	16	29	45	811	437	230	144	374	53.9	100
4月11—12日	药膜经21天后与雄蛾接触 6 小时	处理♂×正常♀	13	5	12	5	17	773	230	489	54	543	29.75	36.57
	对照	正常♂×正常♀	30	18	35	16	51	2021	1644	321	56	377	81.34	100

* 各处理中每毫米²滤纸中含有噻替派 4.54 微克。

** 只有一大卵块孵化 3 个卵。

表 7　噻替派药膜对第二代三化螟成虫生殖力的影响

不育剂	处理时间	处理组合	处理对数	交配对数	产卵块数			产卵总粒数	平均每雌蛾产卵数	孵化卵粒数	不孵化卵数			孵化率(%)	精包数			交配率(%)	成虫平均寿命(天)	
					总数	大卵块	小卵块				可见胚卵	不发育卵	总数		0	1	2		♀	♂
噻替派（每毫米² 含 3.73微克）	1 小时	处理♂×正常♀	15	7	17	13	4	1,158	193	347	425	386	811	29.9	8	6	1	46.7	6.3	5.3
		处理♀×正常♂	12	8	20	13	7	1,243	178	938	205	100	305	75.5	4	7	1	66.7	5.3	7.8
	3 小时	处理♂×正常♀	14	6	14	9	5	659	132	0	22	637	659	0	8	5	1	42.9	6	5.6
		处理♀×正常♂	15	3	5	5	0	278	139	0	10	268	278	0	12	2	1	20.0	5	4.7
对照		正常♂×正常♀	18	14	71	31	40	2,510	179	1,955	123	432	555	77.8	6	12	2	77.8	5	6.1

代的试验低，但雌或雄接触 3 小时已达到完全不育的要求。接触一小时雄蛾的卵孵化率达 30%，雌蛾为 75.5%，达不到不育的要求。在田间实际应用接触不育剂防治三化螟必须把接触时间缩短，因此要提高接触药膜的浓度，而用液体噻替派根据这样的处理方法，是无法再把浓度提高的。因此我们改用结晶的噻替派并把它和羊毛脂混合，这样涂在表面上，螟蛾的接触浓度就大大提高了，接触比较短的时间就有达到完全不育的可能。第三代的试验就是这样设计进行的。

表 8　不育剂药膜对第三代三化螟成虫生殖力的影响

不育剂种类及浓度	处理时间	处理组合	处理对数	交配对数	产卵块数			产卵总粒数	平均每雌蛾产卵数	孵化卵粒数	不孵化卵数			孵化率(%)	精包数			交配率(%)	成虫平均寿命(天)	
					总数	大卵块	小卵块				可见胚卵	不发育卵	总数		0	1	2		♀	♂
16%噻替派 22%正己醇 62%羊毛脂	1 分钟	处理♂×对照♀	21	15	37	20	17	1,226	81.7	0	97	1,129	1,226	0	6	12	3	71.43	5.7	5.6
	5 分钟	处理♂×对照♀	12	1	1	1	0	*		0				0	11	1	0	8.33	6.3	3
	10分钟	处理♂×对照♀	15	8	20	6	14	517	64.6	0	21	496	517	0	7	7	1	53.33	7.5	4.8
	半小时	处理♂×对照♀	17	0														0	4.8	3.5
	半小时	处理♀×对照♂	11	4†	2	1	1	62	62	0	0	62	62	0	7	4	0	36.36	2.9	4.7
	1 小时	处理♂×对照♀	12	1				**							0	1	0	8.33	5	2.3
11.6%噻替派 16%正己醇 72.4%羊毛脂	1 分钟	处理♀×对照♂	13	6	12	10	2	771	128.5	35	281	455	736	4.54	7	6	0	46.15	4.6	4.7
	2 分钟	处理♂×对照♀	16	5	11	8	3	391	78.2	0	1	390	391	0	11	5	0	31.25	6.8	4.5
	5 分钟	处理♂×对照♀	19	1	2	2	0	90	90	0	0	90	90	0	18	1	0	5.26	4.2	3.7
97% 六磷胺(每毫米^{2}含六磷胺 520.7 微克)	1 小时	处理♂×对照♀	15	15	52	47	5	4,004	267	2,927	768	309	1,077	73.1	0	15	0	100	5.9	5.6
对　　照		正常♂×正常♀	18	13	23	17	6	1,565	174	1,335	162	68	230	85.3	5	11	2	72.2	5.6	6.8

* 只有一头交配，雌蛾产下一大卵块，经 13 天后不孵化，检查卵时遗失。
** 只有一头雌蛾交配，但不产卵。
† 交配 4 对中，只有一头雌蛾产卵。

第三代的试验结果详见表 8。试验结果表明用 16% 噻替派药膜处理雄蛾接触 1 分钟到 10 分钟均可引起完全不育，以接触 1 分钟的处理比较适当，因为对雄蛾的交配及寿命无不良影响。接触 5 分钟及 10 分钟的，交配率显著下降，寿命也缩短。接触药膜半小时和 1 小时的雌雄蛾均中毒很深，基本上不能交配，寿命显著缩短。

用 11.6% 噻替派药膜接触雄蛾 2 分钟及 5 分钟均可引起完全不育，但对交配率及寿命有不良影响。接触 1 分钟的雌蛾，孵化率仅达 4.45%，基本上达到不育的要求，但交配率降低。

三化螟蛾接触六磷胺（六磷胺没有混入羊毛脂，药膜与噻替派的不同）的反应与噻替派完全不一样。雄蛾接触每毫米^{2}含有六磷胺 520.7 微克的表面 1 小时，孵化率达 73.1%，只显示微弱的不育效果。但值得注意的是六磷胺不但不影响雄蛾寿命，而且交配率达 100%（供试的15个雄蛾全部与配对的雌蛾交配），所产生的卵块比较大而饱满，每雌蛾平均产卵达 267 粒，比对照（174 粒）还高。六磷胺是否有刺激雄蛾交尾活动，增加配对雌蛾

产卵的作用，值得作进一步的试验。

（二）田间大笼试验

1. *材料及方法* 田间大笼及室内补充试验是1973年6月至7月在清远县农科所进行。6月下旬从清远县农科所附近的稻田收集带有第二代老熟幼虫及蛹的白穗，放在密闭的小房里，待螟蛾羽化，在未交配前在房的中心悬挂一个塑料纱笼，笼内放三号的小煤油灯一支。塑料纱笼中部的外壁均匀涂上噻替派羊毛脂混合剂，不涂药部分贴上黑纸。共用噻替派结晶（含量98%）500毫克，羊毛脂3.3克，纯苯0.5毫升。噻替派的浓度为11.6%，先将噻替派溶解于苯，然后与预先加热（40—50℃）的羊毛脂均匀混合，用小毛笔涂于塑料纱上，涂药面积共1,178平方厘米，折算每毫米^{2}含有噻替派4.24微克。

于6月29日晚上8时至12时半，点着塑料纱笼内的煤油灯，引诱房内三化螟飞至灯火，与塑料纱上的药膜接触，到12时半即将所有附着在塑料纱药膜上的蛾捕捉，分别作如下的处理：

（1）将与药膜接触过的雄蛾25头，正常雄蛾3头及正常雌蛾25头放入田间大铁纱笼内，大笼长2米，阔90米。大笼罩在晚造秧田上，使螟蛾得到自然的条件交配和产卵的条件。同时将正常的雌蛾及雄蛾各25头放入同样大的另一个大笼，作为对照。逐日记录产卵数及成虫寿命。17天后检查大笼内的枯心数及枯心内幼虫死亡率，并将遗留的卵块带回室内检查不孵的卵粒数。

（2）为了观察噻替派药膜对雌蛾的作用，我们同时作了一个室内的补充试验。将与药膜接触过的雌蛾5头，正常的雄蛾5头，放入栽有水稻的小铁纱笼内，另设一对照，放入正

表9 噻替派药膜接触大笼试验对三化螟的防治效果

处理	秧苗枯心调查			幼虫存活调查							产卵块数			平均每块不孵化卵数*		
				总虫数			死虫数									
	总苗数	枯心数	枯心率(%)	一龄	二龄	合计	一龄	二龄	合计	死亡率(%)	大卵	小卵	合计	总数	有胚卵	不发育卵
11.6%噻替派† 11.6%苯 76.8%羊毛脂	6383	83	1.3	29	13	42	26	8	34	80.95	24	3	27	28.0	4.5	23.5
对照††	5670	482	8.5	41	3	44	37	0	37	84.09	10	5	15**	1.7	0.4	1.3

* 处理组与对照组，有部分卵粒被寄生蜂寄生，但两者寄生率差别不大。
** 对照组于7月4日曾走进一只青蛙，食去一些成虫，因此产卵数比处理少1倍。
† 大笼内放入处理雄蛾25头，正常雄蛾3头，正常雌蛾25头。
†† 大笼内放入正常雌雄蛾25对。

表10 噻替派药膜接触大笼试验对三化螟生活力的影响

处理	雄蛾寿命（天）	交配情况			
		检查雌蛾数目（头）	精包数目		
			0	1	2
11.6%噻替派 11.6%苯 76.8%羊毛脂	3—4	12	5	6	1
对照	4—5	9	3	5	1

表 11　噻替派药膜接触对三化螟雌生殖力的影响

处理	处理性别	处理对数	交配情况			产卵总粒数	平均每雌蛾产卵数	孵化卵粒数	不孵化卵数			孵化率(%)
			检查雌蛾数目(头)	精包数					可见胚卵	不发育卵	总数	
				0	1							
11.6%噻替派药膜接触	处理♀×正常♂	5	4	1	3	311	21.86	78	136	107	243	21.86
对照	正常♂×正常♀	10	5	2	3	624	62.4	412	150	62	212	66.02

常雌雄蛾各 10 头，经过卵的历期后，检查卵的孵化率及卵粒发育情况。

2. *试验结果*　田间大笼及室内补充试验结果详见表 9、10 及 11。大笼试验表明用噻替派处理的雄蛾与正常雌蛾配对可以达到明显的不育效果。处理的大笼每个卵块不孵化的卵粒数比对照的显著提高，虽然处理的产卵量比对照笼多一倍，但枯心率只 1.3%，即被害率比对照降低 84% 以上[1)]。处理的大笼二龄幼虫死亡率稍高。但雄蛾与药膜接触后对它的寿命及交配没有不良影响。

室内补充试验结果表明雌蛾与噻替派药膜接触也可得到一定的不育效果，孵化率 21.9%，比对照的低 67% 左右。

以上室内及田间的结果说明，未经交配的雌雄蛾与 11.6% 噻替派的药膜接触可以达到不育的效果，这为我们今后进一步进行田间试验，逐步达到根治三化螟的要求打下了良好的基础。

三、结　论

根据我们一年来的初步试验应用钴^{60}辐射处理三化螟，后期蛹是比较适宜的虫态，辐射剂量在 3—4 万伦即可以达到完全不育。田间大笼试验表明释放经过辐射处理不育的螟蛾与正常螟蛾配对比例为 5:1 时，可以基本上达到不育的要求（即卵的孵化率为 0.2—5.7%）。应用化学不育剂噻替派药膜处理雄蛾，药膜含噻替派 16%，接触 1 分钟即可达到完全不育，同时对螟蛾的交尾活动及寿命均没有不良影响。田间大笼试验表明用 11.6% 噻替派处理雄蛾与正常雌蛾配对，以每个卵块不孵化的卵粒数及由幼虫引起的枯心率作为评价指标，初步证明可以获得显著的不育效果。

这些试验效果虽然还是比较初步的，但为我们今后进一步研究应用不育技术消灭三化螟，打下了良好的基础。现在我们对于如何探索新途径从根本上消灭三化螟的认识比过去提高了一步。我们认为要消灭三化螟必须采用综合防治措施，在一大面积内，可先用高效低毒低残毒杀虫剂如杀虫脒或巴丹，结合保护害虫天敌，把害虫种群密度压低，然后应用化学不育剂使螟蛾接触而引致不育，可以应用灯光或应用性外激素把雄蛾诱来。这样三化螟在一个地区的密度就可以逐步下降，根据具体条件再相应释放大批经辐射处理引致不育的雄虫及雌虫，经过一段时间，可以把这种害虫基本消灭。

1）事实上对照笼的枯心率比 8.5% 还要高些，因为在试验过程中曾走进一只青蛙，吃去一些螟蛾。

参 考 文 献

广东农林学院植保系昆虫、化保组 1973 三化螟交配习性的观察。动物利用与防治 (1): 1—3。
Ashrafi, S. H., E. W. Tilton and J. H. Brower 1972 Inheritance of radiation-induced partial sterility in the Indian meal moth. *Journ. Econ. Ent.* **65**:1265—8.
Henneberry, T. J. 1971 Research on sterility methods for control of the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Hübner). *in* "Application of Induced Sterility for Control of Lepidopterous Populations", Panel proceedings series. Joint FAO/IAEA Division of Atomic Energy in Food and Agriculture. Vienna, 1—5 June 1970. pp. 51—63.

A PRELIMINARY STUDY ON THE APPLICATION OF THE STERILITY TECHNIQUE FOR THE ERADICATION OF THE PADDY BORER, *TRYPORYZA INCERTULAS*

THE TEACHING AND RESEARCH GROUP OF ENTOMOLOGY AND PESTICIDES,
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION, KWANGTUNG COLLEGE OF AGRICULTURE AND FORESTRY

The paddy borer, *Tryporyza incertulas*, is one of the most destructive insect pests of rice in southern China. From 1972, preliminary experiments have been carried out on the application of the sterility technique for the control of the paddy borer. Two lines of research have been carried out:

1. Irradiation with gamma rays (^{60}Co), and 2. Treatment with the chemosterilant thio-tepa. The results obtained are summarized as follows:

1. The fully-grown overwintering larvae are very sensitive to irradiation. The larvae were irradiated with doses of 10,000 or 15,000 r., in the middle of February; a large proportion of them could not pupate and those that pupated could not emerge as normal adults. The prepupae are also very sensitive to irradiation. When they were treated with a dose of 16,500 r., the percentage of emergence was only 8.7. The old pupae (near the period of emergence) are suitable for irradiation, because when they were treated with doses 30,000 to 40,000 r., neither the longevity nor the mating capacity was affected. Experiments carried out in summer with the second and third generations of the paddy borer showed that the sterilized males mated with normal females produced a normal number of eggs but practically none hatched. Almost complete sterility could be thus obtained.

2. The females are more sensitive to irradiation than the males. When treated with a dose of 30,000 r., the male pupae from the over-wintering generation gave a progeny with a hatchability of 23.9%, whereas with the female pupae no viable eggs were produced.

3. In June, 1973 cage experiments were conducted in the field. In a wire-screen cage (2 × 1 × 0.95 m) containing rice plants, both irradiated and normal males and females were introduced and allowed to mate and oviposit. In one cage, the combination was 5 : 1 (i.e. irradiated males and females 60 pairs, normal males and females 12 pairs), in another cage, the combination was 10 : 1 (i.e. irradiated 60 pairs, normal

6 pairs). Two replications were carried out. All the irradiated insects were obtained from the old pupae which received a dose of 35,000 r., which is considered to be a practical dosage for producing complete sterility. A check cage was set up at the same time in which 60 pairs of normal adults were introduced. Results obtained showed that with the combination 5 : 1, the egg hatchability ranged from 0.2 to 5.7%; with the combination of 10 : 1, from 0 to 3.9% and that in the check, the hatchability was 81.6%. These results are promising, showing that the sterilized paddy borers are fully competitive in mating capacity and that this work might be progressed to a stage in the field in the near future.

4. The works with chemosterilants were mainly concerned with contact experiments. Laboratory tests were conducted in June to July, 1973 during the third generation of the paddy-borer. Crystalline thio-tepa (the S-analogue of aphoxide) (98% pure) was dissolved in n-hexanol and then mixed with lanolin. The solution was painted with a brush onto a small plastic-screen cage (30 × 78 mm). Newly-emerged virgin paddy borer moths were exposed to contact with dry residues of two concentrations of thio-tepa in the small cage. After treatment the insects were paired with untreated virgin females or males and placed in oviposition cages containing rice plants. The longevity, the number of egg-masses laid and the hatch were recorded. Dead female moths were dissected to estimate the frequency of mating by counting the number of spermatophores in the principal copulatory pouch (bursa copulatrix). Results obtained showed that male moths were completely sterilized by exposures of 1 to 10 minutes to the residue resulting from the mixture containing 16% thio-tepa (20.9 $\mu g/mm^2$), but after the exposure of 5 to 10 mins. the longevity of the moth was shortened and the frequency of mating dropped. Exposure to the residue resulting from the mixture containing 11.6% thio-tepa (16.2 $\mu g/mm^2$) for 2 to 5 mins, also gave complete sterility, but the longevity and mating capacity were affected. Female moths exposed to this concentration for 1 min, laid eggs with a hatchability of 4.54%. It is therefore concluded that exposure of male moths for 1 min. to 16% thio-tepa is most suitable.

5. As a result of encouraging preliminary work, additional studies were made in large cage (2 × 1 × 0.9 m) covered with wire screen, set up in rice- seedling beds in the field. A mixture containing thio-tepa crystal (98% pure) 500 mg, lanolin 3.3 g and benzene 0.5 ml (containing 11.6% thio-tepa) was painted on the middle portion of a plastic-screen cylinder made to cover a small kerosine lamp; the other parts of the screen cylinder were not painted and covered with black paper. The lamp was then installed in a small room where a large number of rice stubbles containing ready-to-emerge paddy borer pupae were placed. The lights from the kerosine lamp was turned on from 8 : 00 to 12 : 30 p. m. Afterwards 25 male moths that came to the painted screen were caught and introduced into a large field cage; at the same time 3 untreated males and 25 untreated females were also introuced into the cage. Another cage in which 25 untreated females and 25 untreated males were introduced to serve as a check was set side by side. The insects were allowed to mate and oviposit on the rice seedlings. After 17 days, the percentage of dead-hearts and the number of infertile eggs in each egg-mass were examined and recorded. Results obtained show that the percentage of deadhearts in the treated cage was 1.3%, whereas that in the control 8.5%; the average number of infertile eggs in each egg-mass in the treated cage was 28, whereas the control, 1.7. This shows that the application of chemosterilants by contact is promising and is worth carrying out further investigations.